

### 1. Title of the Invention

#### FERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL ELEMENT

### 2. Scope of Claims

(1) A ferroelectric liquid crystal element interposing ferroelectric liquid crystal between a pair of substrates and having a matrix structure that a group of scan electrodes and a group of signal electrodes are intersected with each other, characterized in that at least one group of the scan electrodes and the signal electrodes has auxiliary electrodes formed of metal film in contact with the electrodes in its longitudinal direction, and the auxiliary electrodes are coated with strip spacers for maintaining a cell thickness.

(2) The ferroelectric liquid crystal element according to claim 1, characterized in that the ferroelectric liquid crystal has a smectic phase.

### 3. Detailed Description of the Invention

#### (Technical Field)

The present invention relates to a liquid crystal element used in a liquid crystal display, a liquid crystal-optical shutter, or the like, and more particularly, to a liquid crystal element using ferroelectric liquid crystal.

#### (Summary of the Disclosure)

A liquid crystal element using ferroelectric liquid crystal disclosed herein and the accompanying drawings is capable of removing orientation defects due to a step of an auxiliary electrode, by coating the auxiliary electrode formed of metal film in contact

with a strip electrode with a spacer.

(Conventional Arts)

Recently, ferroelectric liquid crystal has been considered as application of a high precision and large-scale display because of its high response speed and memory characteristics. This liquid crystal element generally has a simple matrix structure including pixels formed of intersections that a group of scan electrodes and a group of signal electrodes are intersected with each other. High precision of this structure causes the electrodes to have a narrow width to increase a resistance value per one line of the electrode; as a result, a voltage value of the one line may be varied to cause a drive voltage to be insufficiently applied to each pixel. Therefore, in order to solve the problems, an auxiliary metal interconnection is installed at a transparent electrode, thereby decreasing the resistance value and reducing variation of the voltage.

(Approaches for Solving the Problems)

Up to now, ferroelectric liquid crystal with a chiral smectic phase has the most practical use. However, the liquid crystal phase generates orientation defects when a step is formed at an interface between substrates, and cannot obtain uniform monodomain. Therefore, when the auxiliary metal interconnection is installed as described above, the step may be generated on the substrate, and it is difficult to obtain uniform monodomain and appropriate drive characteristics.

In order to solve the problems, the present invention provides a ferroelectric liquid crystal element capable of obtaining appropriate drive characteristics.

### (Summary of the Invention)

In order to solve the problems, as shown in FIG. 1 corresponding to an embodiment, the present invention provides a ferroelectric liquid crystal element interposing ferroelectric liquid crystal 8 between a pair of substrates 1 and 2 and having a matrix structure that a group of scan electrodes 3 and a group of signal electrodes 4 are intersected with each other, characterized in that at least one group of the scan electrodes 3 and the signal electrodes 4 has auxiliary electrodes 5 formed of metal film in contact with the electrode in a longitudinal direction, and the auxiliary electrodes are coated with strip spacers 7 for maintaining a cell thickness (a gap between parallel substrates).

### (Applicability)

An auxiliary electrode installed along a strip-shaped drive electrode can remove a step generated by the auxiliary electrode since the auxiliary electrode is coated with a strip spacer formed in the same direction. In this case, though a surface of a substrate is oriented in a direction perpendicular to the longitudinal direction of the strip electrode, since the step on the substrate was removed as described above, it is possible to prevent orientation defects from generating at an interface. Meanwhile, in the opposite substrate, a drive electrode and an auxiliary electrode are oriented in the same direction as their strip directions. That is, the step is generated in the direction perpendicular to the orientation of a liquid crystal molecule, but not generated in the direction parallel to the orientation. Since the step in the parallel direction has little orientation defects of the liquid crystal molecule, it is possible to form a good monodomain structure from the interface between the upper and lower substrates by coating only the auxiliary electrode

on the substrate perpendicular to the orientation with the spacer.

(Embodiments)

Hereinafter, an embodiment of the present invention will be described in conjunction with FIGS 1 and 2. FIG. 1 is a partial cross-sectional view taken along the line X-X' of FIG. 2, and FIG. 2 is a plan view of an element. As shown in FIGS. 1 and 2, a glass substrate 2 has a group of strip-shaped signal electrodes 4, and auxiliary electrodes 5 formed at one ends of the signal electrodes and formed of Al (aluminum) film. A polyimide layer 6 is uniformly formed on an entire surface of the substrate. In addition, spacers 7 are formed on the glass substrate 2 to maintain a thickness of cells and cover the auxiliary electrode 5. Similarly, a glass substrate 1 has a group of strip-shaped scan electrodes 3, auxiliary electrodes 5, and a polyimide layer 6. The two sheets of substrates are disposed such that the upper and lower electrodes are intersected with each other and ferroelectric liquid crystal is filled therein.

Next, an exemplary embodiment of an element of the present invention will be described.

First, an ITO (indium tin oxide) layer is formed on an entire surface of the glass substrate 2 using an EB deposition method, and a strip electrode having a width of 90  $\mu\text{m}$  is patterned to have a pitch of 100  $\mu\text{m}$  through a photoresist method to form the group of signal electrodes 4. Next, in order to form the auxiliary electrode 5, after depositing Al on an entire surface, a patterning process is performed on an end of the signal electrode using the photoresist method to have a layer thickness of 1000Å and a width of 5  $\mu\text{m}$ . Next, a polyimide layer 6 having a thickness of 600 Å is applied on the

electrodes using a spinner. The polyimide layer 6 uses PIQ (trade name) available from Hitachi Chemical Co., Ltd to be baked at 250 °C for one hour.

Next, in order to form strip spacers on the auxiliary electrodes 5, polyimide is applied on an entire surface of the polyimide layer 6 to a thickness of 1.5  $\mu\text{m}$  to be patterned through a photoresist method to form the spacers 7 having a width of 15  $\mu\text{m}$  and a layer thickness of 2  $\mu\text{m}$ . Therefore, the step due to the auxiliary electrode 5 is smoothed by the spacers to allow the glass substrate 2 to have no rapid step at an interface to the liquid crystal.

Meanwhile, the opposite glass substrate 1 is also fabricated through the same process as the glass substrate 2, except that the spacers 7 are not formed.

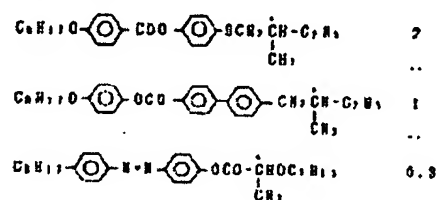
Since the glass substrate 1 has no spacer, a step is formed on the substrate 1 due to the auxiliary electrode 5. However, the inventors of the present invention found that the orientation defects are generated at a very low ratio when the step having a thickness of the liquid crystal layer is formed in a direction of a uniaxial orientation, especially in the ferroelectric liquid crystal having a smectic phase.

Therefore, the polyimide layer 6 of the glass substrate 1 is set to have a slightly large thickness of 1500 Å to smooth the step in a parallel direction, and simultaneously, orientation treatment is directed to the strip electrode direction on the substrate, thereby obtaining good monodomain of the interface, without defects. The orientation treatment is performed using a rubbing method, as described above, the glass substrate 1 is rubbed in a direction parallel to the strip electrode, and the glass substrate 2 is rubbed in a direction perpendicular to the strip electrode.

The substrates obtained as described above are adhered to each other such that the groups of electrodes are intersected with each other, thereby forming a liquid crystal cell.

#### Embodiment 1

The liquid crystal cell fabricated as described above is filled with ferroelectric liquid crystal formed of three components described as follows:



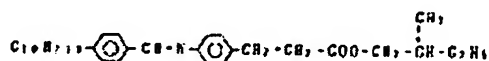
Viewing through a polarization microscope, the three components of liquid crystal with SmC phase (chiral smectic C phase) has a temperature of 4 ~ 35 °C. The three components of mixed liquid crystal is filled in the liquid crystal cell, then, heated up to an isotropic phase, and then, cooled down by 0.5 °C/h, thereby performing the orientation treatment. When the liquid crystal cell is viewed through the polarized microscope set to crossed nicols, it is appreciated that monodomain having little orientation defects is formed.

In addition, when a conductive line is extracted from an end of the substrate of the cell to apply a pulse voltage to each pixel, the voltage is reversed to  $\pm 15\text{V}$  at 1 msec, and pair reliability having first and second stable states is represented.

As described above, it is appreciated that each pixel is equally reversed to a certain voltage, and the voltage is not varied in one line.

## Embodiment 2

Sufficiently uniform monodomain orientation can be obtained by filling liquid crystal material as DOBAMBC described as follows:



and the other tests are performed through the same tests as the embodiment 1.

In addition, a drive voltage requiring for reversal is  $\pm 16\text{V}$  at 1 msec, and it is possible to obtain good drive characteristics like the embodiment 1.

The spacer 7 used in the present invention may employ photosensitive polyimide, photosensitive polyamide, photoresist material, polyamide, and phenol resin, in addition to polyimide used in the embodiment 1. In addition, the auxiliary electrode 5 may use Cr, Ag, Cu, and so on, in addition to Al.

**(Effects of the Invention)**

As can be seen from the foregoing, the present invention is capable of removing orientation defects due to a step of an auxiliary electrode, and obtaining uniform monodomain at an interface between substrates. Therefore, it is possible to obtain appropriate drive characteristics even when ferroelectric liquid crystal is used.

#### 4. Brief Description of the Drawings

FIG. 1 is a partial cross-sectional view illustrating an embodiment of a liquid crystal element; and

FIG. 2 is a plan view illustrating an embodiment of a liquid crystal element.

- Description of Major Reference Numerals

12: Glass Substrate

3: Group of Scan Electrodes

4: Group of Signal Electrodes

5: Auxiliary Electrode

6: Polyimide Layer

7: Spacer

8: Ferroelectric Liquid Crystal



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-205319

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月9日

G 02 F 1/133

3 2 3

8205-2H

3 2 0

8205-2H

G 09 F 9/30

6731-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 強誘電性液晶素子

⑯ 特 願 昭61-47340

⑰ 出 願 昭61(1986)3月6日

⑱ 発 明 者 坪 山 明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内  
⑲ 発 明 者 谷 口 修 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内  
⑳ 出 願 人 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
㉑ 代 理 人 弁理士 豊田 善雄

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

強誘電性液晶素子

## 2. 特許請求の範囲

1) 一対の基板間に強誘電性液晶を挟持し、互いに交差する走査電極と信号電極を設けたマトリクス構造の液晶素子であって、前記走査電極と信号電極のうち少なくとも一方が該電極の長手方向に沿って接した金属フィルムで形成した補助電極を有し、該補助電極がセル厚を保持するためのストライプ状のスペーサーに被覆されていることを特徴とする強誘電性液晶素子。

2) 前記強誘電性液晶がスメクティック相であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の強誘電性液晶素子。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は液晶表示素子や液晶-光シャッター等に用いられる液晶素子に関し、詳しくは強誘電性

液晶を用いた液晶素子に関するものである。

〔開示の概要〕

本明細書及び図面は、強誘電性液晶を用いた液晶素子において、ストライプ状の電極に沿って接した金属フィルムで形成した補助電極をスペーサーで被覆することにより、補助電極の段差による配向欠陥をなくすることができるようにしたものである。

〔従来の技術〕

近年、強誘電性液晶素子は、その高速応答性とメモリー性から高精細大型ディスプレイへの応用が考えられている。このような液晶素子の構成としては、交差した走査電極群と信号電極群の交差部を画素とする単純マトリクス構造が一般に用いられている。この構造は高精細になると電極の幅が狭くなり、電極の1ラインあたりの抵抗値が高くなるため、1ライン中で電圧値にばらつきが生じ、駆動に必要な電圧が各画素に十分に印加されないことがあった。そこでこの欠点を解決するため、透明電極に金属補助配線を設けることが行な

われている。この配線を設けることにより抵抗値は下がり、電圧のばらつきは少なくなる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

現在、強誘電性液晶で最も実用性が高いものは、カイラルスメクティック相を持つものである。しかしながら、この液晶相は基板との界面に段差があると配向欠陥を生じ、均一なモノドメインが得られなかった。したがって、前述したように金属補助線を設けると基板上に段差を生じ、均一なモノドメインとならず適正な駆動特性が得られないという欠点があった。

本発明は、上記従来例の欠点を除去し、適正な駆動特性を得ることのできる強誘電性液晶素子を提供することを目的とするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

上記問題点を解決するための手段を、実施例に対応する第1図を用いて説明すると、本発明は一对の基板1、2間に強誘電性液晶8を挟持し、互いに交差する走査電極群3と信号電極群4を設けたマトリクス構造の液晶素子であって、前記走査

電極群3と信号電極群4のうち少なくとも一方が、該電極の長手方向に沿って接した金属膜で形成した補助電極5を有し、一方の補助電極がセル厚（平行基板間の間隔）を保持するためのストライプ状のスペーサー7に被覆されていることを特徴とする強誘電性液晶素子である。

〔作用〕

ストライプ状の駆動電極に沿って設けられた補助電極は、同じ方向に形成されるストライプ状のスペーサーによって覆われるため、補助電極による段差は除去される。この場合、基板表面の配向処理はストライプの方向と直交する方向に施されるが、前述したように基板上の段差が除去されているため、界面での配向欠陥を防止することができる。一方、対向する側の基板においては、駆動電極と補助電極のストライプの方向と同じ方向に配向処理が施される。すなわち、液晶分子の配向方向と直交する方向においては段差を有するが、平行方向の段差はない。この平行方向における段差の場合、液晶分子の配向欠陥を生じる割合が非

3

常に少ないため、配向方向と直交する基板上の補助電極だけをスペーサーで覆うことにより、上下基板の界面から良好なモノドメイン構造を形成させることができる。

〔実施例〕

本発明の一実施例を第1図及び第2図と共に説明する。第1図は第2図のX-X'断面に相当する素子の部分断面図、第2図は素子の平面図である。図において、ガラス基板2はストライプ状の信号電極群4と、この信号電極群4の一端にAl（アルミニウム）膜で形成した補助電極5を有し、基板表面には一様にポリイミド被膜6が形成されている。このガラス基板2には、さらにセル厚を保持するためのスペーサー7が補助電極5を覆うように形成されている。一方、ガラス基板1も同様にしてストライプ状の走査電極群3、補助電極5（図示せず）、ポリイミド被膜6が形成されている。この2枚の基板は、上下の電極群が互いに交差するよう配置され、内部には強誘電性液晶8が充填されている。

5

4

次に、この素子の具体的な作成例について述べる。

まず、ガラス基板2の全面にEB蒸着によりITO（Indium-Tin-Oxide）層1000Åを形成し、100μmピッチで90μm幅のストライプ電極をフォトリジストによりパターンニングして信号電極群4とした。次に補助電極5を形成するため、全面にAlを蒸着後、フォトリジストにより信号電極端上に層厚1000Å、幅5μmでパターンニングを行った。次に、これらの電極上にポリイミド被膜600Åをスピナーにより塗布した。このポリイミド被膜6には、日立化成社製PIQ（商品名）を用い、250℃で1時間焼成した。

次に補助電極5上にストライプ状スペーサーを形成するため、前記ポリイミド被膜6上に1.5μmでポリイミドを全面に塗布し、フォトリジストによりパターンニングして幅15μm、層厚2μmのスペーサー7を形成した。このスペーサーにより補助電極5による段差は解消され、ガラス基板2の液晶の接する基板面に急激な段差は

6

ない。

一方、対向するガラス基板1の作成工程は、スペーサー7を形成しないこと以外は前記ガラス基板2の場合と同様である。

このガラス基板1には前記スペーサー7が形成されていないため、基板上には補助電極5による段差がある。しかしながら、本発明者らは一軸性配向処理方向に液晶層厚の段差がある場合、特にスメクチック相を有する強誘電性液晶においては配向欠陥を生じる割合が非常に小さいことを見いだした。

したがってガラス基板1のポリイミド被膜6の膜厚をやや厚めの1500Åに設定して平行方向の段差をある程度緩和するとともに、配向処理の方向を基板上のストライプ電極方向と平行とすることにより、界面において欠陥のない良好なモノドメインを得ることができる。配向処理はラビング法を用い、前述したようにガラス基板1はストライプ電極と平行にガラス基板2はストライプ電極と垂直にそれぞれラビング処理を施した。

7

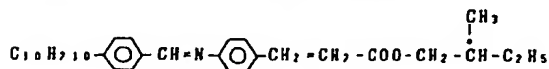
モノドメインの形成が確認された。

さらに、このセルの基板端から導線を引き出し、各画素にパルス電圧印加したところ、1 msecで±15Vの電圧で反転し、第1と第2の安定状態を持つ双安定性を示した。

このように、各画素は一定電圧で一様に反転し、1ライン中での電圧のばらつきが実用上ないことが確認された。

#### 実施例2

液晶材料として以下に示すDOBAMBC



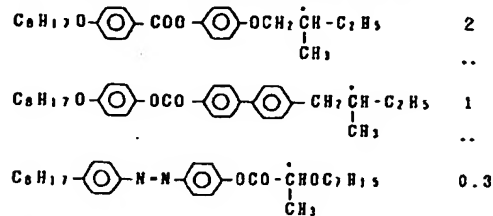
を封入し、それ以外はすべて前記実施例1と同様の実験を行ったところ、十分均一なモノドメイン配向を得ることができた。また、反転に必要な駆動電圧は1 msecで±16Vであり、前記実施例1と同様に良好な駆動特性が得られた。

本発明で用いるスペーサー7としては、前述の実施例で用いたポリイミドの他に、感光性ポリイ

ミド、感光性ポリアミド、フォトレジスト材、ポリアミド、フェノール樹脂等を用いることができる。また、補助電極5としては、Alの他にCr(クロム)、Ag(銀)、Cu(銅)などが使用できる。

#### 実施例1

このようにして作成された液晶セルに、以下に示す3成分からなる強誘電性液晶を封入した。



偏光顕微鏡による相観察から、上記3成分混合液晶のSmC\*相(カイラルスメクティックC相)の温度範囲は4~35℃であった。この3成分混合液晶を前記液晶セルに封入、封止後、等方相まで昇温し、0.5℃/hで徐冷することにより配向処理を行った。この液晶セルを直交ニコルに設定した偏光顕微鏡で観察すると、配向欠陥の非常に少ない

8

ミド、感光性ポリアミド、フォトレジスト材、ポリアミド、フェノール樹脂等を用いることができる。また、補助電極5としては、Alの他にCr(クロム)、Ag(銀)、Cu(銅)などが使用できる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば補助電極の段差による配向欠陥をなくし、基板との界面において均一なモノドメインを得ることができる。したがって強誘電性液晶を用いた場合でも適正な駆動特性を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は実施例を示す部分断面図、第2図は実施例を示す平面図である。

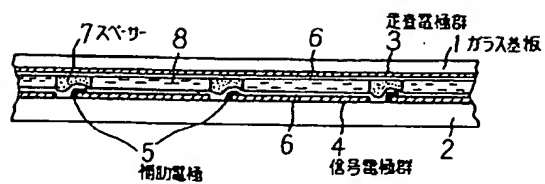
- 1…ガラス基板、2…走査電極群、
- 3…信号電極群、4…補助電極、
- 5…ポリイミド被膜、6…スペーサー、
- 7…強誘電性液晶。

出願人 キヤノン株式会社

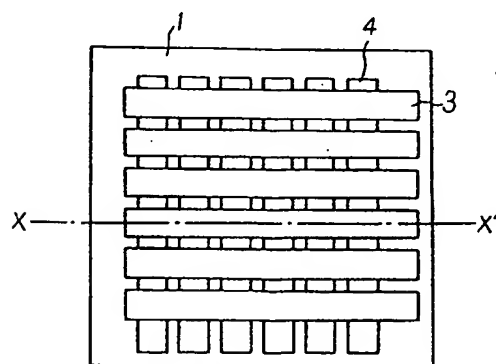
代理人 豊田 善雄

9

10



素子の部分断面図  
第 1 図



素子の平面図  
第 2 図